



EN

Description of a New Isolated River Channel Wetland in Colombia

ES

Descripción de un nuevo humedal cauce aislado de río en Colombia

Luis Antonio González Escobar*

Universidad del Valle. Univalle-Unicepes-Unicesar. Calle 13 núm. 100-00, Cali, Colombia.

***Corresponding author:**

luis.antonio.gonzalez@

correounivalle.edu.co

ORCID ID: 0000-0003-3000-7708

Received: December 4, 2024

Accepted: May 25, 2025

Published online: August 4, 2025

Abstract

Isolated River Channel Wetlands represent critical ecosystems for biodiversity and the provision of environmental services, yet their conservation is increasingly threatened by different productive activities. This study aims to assess the impact of such activities on a newly identified wetland in Colombia, with the objective of promoting its conservation and sustainable use. Additionally, it seeks to support the goals of environmental education in fostering an understanding of biodiversity loss in these ecosystems and encouraging the adoption of sustainable practices. The methodological approach is grounded in General Systems Theory, addressing the issue from an environmental sciences perspective. Through data collection, direct observation of the ecosystem, and analysis of the sustainable management efforts led by environmental authorities, specific indicators tailored to the wetland's context are applied to evaluate its ecological condition and degree of degradation. The results highlight a comprehensive systematic review of the topic, an inventory of species, and the identification of productive activities that have altered the wetland's ecological dynamics, negatively impacting its biodiversity and self-regulatory capacity. However, opportunities for implementing restoration and sustainable management strategies—supported by sound public policy—were also identified.

In conclusion, the research underscores the need to strengthen environmental education and conservation strategies within these ecosystems, promoting actions that balance productive development with biodiversity protection and the long-term sustainability of the wetland.

Keywords: Convention on Biological Diversity, environmental education, wetland, ecological integrity.

Resumen

Los humedales tipo cauce aislado de río representan ecosistemas importantes para la biodiversidad y los servicios ambientales, pero su conservación es amenazada por diversas actividades productivas. El estudio tiene como objetivo principal evaluar el impacto de estas actividades sobre un nuevo humedal en Colombia, con el propósito de promover su conservación y uso sostenible. Además, busca reforzar los propósitos de la educación ambiental en la comprensión de la pérdida de biodiversidad en estos ecosistemas y en la aplicación de prácticas sostenibles. El enfoque metodológico se basa en la teoría general de sistemas, abordando la problemática desde las ciencias ambientales. A través de la recolección de datos, la observación directa del ecosistema y el análisis de la gestión sostenible que han venido realizando las autoridades ambientales, se emplean indicadores específicos adaptados al contexto del humedal para evaluar sus condiciones ecológicas y grado de deterioro. Los resultados evidencian una pertinente revisión sistemática

del tema, el inventario de las especies, la identificación de las actividades productivas que han generado cambios en la dinámica ecológica del humedal, afectando su biodiversidad y capacidad de autorregulación. Sin embargo, se identifican oportunidades para implementar estrategias de restauración y manejo sostenible, respaldadas por políticas públicas adecuadas. En conclusión, la investigación resalta la necesidad de fortalecer la educación ambiental y las estrategias de conservación en estos ecosistemas, promoviendo acciones que equilibren el desarrollo productivo con la protección de la biodiversidad y la sostenibilidad del humedal.

Palabras clave: Convención de la biodiversidad, educación ambiental, humedal, integridad ecológica.

Introduction

This paper presents the findings of research on the description of a newly identified isolated river channel wetland in the geographic valley basin of the Cauca River in Colombia, within the framework of the Convention on Biological Diversity. Although these types of wetlands are often less recognized, they play a crucial role in biodiversity conservation and the provision of ecosystem services. Therefore, they should be considered in environmental management plans aimed at their protection and sustainable use, with the implementation of specific conservation strategies.

These isolated river channel wetlands as biogeographic units and ecological corridors are characterized by their former open connection to river systems and their gradual transformation into lentic water bodies. In these environments, biotic and abiotic components interact, maintaining the flow of matter and energy between aquatic and terrestrial ecosystems, which allows them to achieve a degree of self-stability and relatively autonomous ecological dynamics.

Using the “fractal of isolated wetlands” in the Cauca River Basin as a reference biogeographic unit and ecological corridor, this analysis is grounded in environmental sciences, General Systems Theory, and scientific complementarity to better understand the environmental challenges facing these wetlands. The primary ecosystem services provided by these wetlands include water supply for livestock and agriculture, extraction of fishery and forest resources, birdwatching, recreation, landscape appreciation, waterborne transportation, ecotourism, and the trade of wildlife species. These services are utilized by local people, fishers, visitors, academic institutions, and stakeholders from different sectors.

As part of the national environmental policy, initiatives have focused on acknowledging isolated wetlands as cultural heritage and addressing human-induced disturbances that compromise their ecological integrity. The status of these wetlands is evaluated using eco-

Introducción

Este escrito presenta los hallazgos de la investigación sobre la descripción de un nuevo humedal cauce aislado de río en la cuenca del valle geográfico del río Cauca, en Colombia en el contexto de la Convención de la Biodiversidad. Aunque estos humedales suelen ser menos reconocidos, desempeñan un papel esencial en la conservación de la biodiversidad y en la provisión de servicios ecosistémicos, por eso deben ser considerados en los planes de gestión ambiental para la protección y manejo sostenible, proponiendo estrategias concretas para su conservación.

Estos humedales tipo cauce aislado de río, como unidades biogeográficas y corredores ecológicos, se caracterizan por su conexión libre con los ríos y su evolución hacia cuerpos de agua lenticos. En estos ambientes, interactúan componentes bióticos y abióticos, manteniéndose flujos de materia y energía entre los ecosistemas acuáticos y terrestres, lo que les permite alcanzar una autoestabilidad y dinámica relativamente autónomas.

Tomando como referencia el “fractal de humedales aislados” de la cuenca del río Cauca como unidad biogeográfica y corredor ecológico, este análisis se fundamenta en las ciencias ambientales, la teoría general de sistemas y la complementariedad científica para entender la problemática ambiental de estos humedales. Los principales servicios ecosistémicos proporcionados por estos humedales incluyen el abastecimiento de agua para ganadería y agricultura, la extracción de recursos pesqueros y forestales, el avistamiento de aves, la recreación, la contemplación del paisaje, el transporte acuático, el ecoturismo y el comercio de fauna silvestre. Estos servicios son utilizados por habitantes locales, pescadores, visitantes, academias e instituciones de diferentes sectores.

En el marco de la política ambiental del país, se han abordado aspectos como reconocer la importancia de los humedales aislados como patrimonio cultural y las perturbaciones antrópicas que afectan su integridad

logical indicators to identify similarities and prioritize the severity of ecosystem degradation.

The study also defines the condition of the wetlands as influenced by environmental management plans implemented by environmental and municipal authorities. These plans must go beyond simple cleaning of water bodies to establish strategic pillars for environmental governance and to strengthen local community management mechanisms.

The research has revealed the need to enhance environmental management of this type of wetland and recommends the development of a systematic inventory across geographic valleys and natural hydrological fractals, due to the reduction of occupied areas and the lack of comprehensive records. Environmental indicators can aid in understanding biophysical alterations and comparing the ecological integrity of wetlands, thereby facilitating their integration into environmental policies and management processes.

Finally, the study raises the question: How can the description of the isolated river wetland “La Negra Orejona” contribute to a comprehensive understanding of the impacts of productive activities from an integrated perspective to support its conservation?

The theoretical foundation of this research is related to the management and conservation of isolated river channel wetlands (IRCWs) in Colombia and other countries that form part of the fractals along the riparian edges of major river valleys. These ecosystems require an integrated and transdisciplinary approach that encompasses ecological, social, economic, political, civic, and legal aspects. IRCWs are known by different names in various countries, including *madreviejas*, *resacas*, *galachos-brazo muerto*, *Oxbow lakes*, *meandros abandonados*, and *lagos de cauce*.

The proposed theoretical and methodological framework is based on several approaches related to landscape ecology, a perspective that enables the identification and characterization of wetlands within the territorial mosaic, assessing their connectivity and the effects of fragmentation on ecosystems (Burel & Baudry, 2001; Hilty et al., 2006). A key foundation for understanding how these ecosystems and local communities can adapt to disturbances such as climate change and anthropogenic pressures is the theory of social-ecological resilience (Berkes & Seixas, 2005; Folke, 2003; Calvente, 2007). Medina and Miranda (2021) propose that active methodologies in community restoration programs should be implemented in four phases: environmental contextualization, environmental diagnosis, group formation, and restoration activities aimed

ecológica. Se evalúa el estado de los humedales mediante indicadores ecológicos para establecer similitudes y jerarquizar el deterioro de estos ecosistemas.

También la investigación define el estado de los humedales condicionado por los planes de manejo ambiental implementados por las autoridades ambientales y municipales, que deben ir más allá de la simple limpieza de los espejos de agua, para constituir los ejes estratégicos para la gestión ambiental y fortalecer los mecanismos locales de gestión comunitaria.

La investigación ha revelado la necesidad de fortalecer la gestión ambiental de este tipo de humedales y se recomienda la realización de un inventario sistematizado en los valles geográficos y fractales hídricos naturales, debido a la reducción de sus áreas ocupadas y la falta de registros. Los indicadores ambientales pueden ayudar a comprender las alteraciones biofísicas y a comparar la integridad ecológica de los humedales, para integrarlos en políticas y procesos de gestión ambiental.

Finalmente, la investigación plantea la pregunta: ¿De qué manera la descripción del humedal aislado del río “La Negra Orejona” puede contribuir a la comprensión de los impactos de las actividades productivas desde una perspectiva integral para su conservación?

El fundamento teórico de esta investigación se relaciona con el manejo y conservación de los humedales tipo cauce aislados de río (HTCAR) en Colombia, y en otros países que conforman los fractales al borde ribereño de los valles de los grandes ríos, requieren de un enfoque integral y transdisciplinar que contemple aspectos ecológicos, sociales, económicos, políticos, cívicos y legales. Los HTCAR son conocidos en diferentes países como *madreviejas*, *resacas*, *galachos-brazo muerto*, *Oxbow like*, *meandros abandonados*, y *lagos de cauce*.

El marco teórico y metodológico propuesto se fundamenta en varios enfoques relacionados con la ecología del paisaje, una perspectiva que permite identificar y caracterizar los humedales dentro del mosaico territorial, evaluando su conectividad y los efectos de la fragmentación sobre los ecosistemas (Burel & Baudry, 2001; Hilty et al., 2006). Una base esencial para comprender cómo estos ecosistemas y las comunidades locales pueden adaptarse a perturbaciones, cómo el cambio climático y la presión antrópica, es tener en cuenta la teoría de la resiliencia socioecológica (Berkes & Seixas, 2005; Folke, 2003; Calvente, 2007). Medina & Miranda (2021), en la que se plantean que la metodología activa en los programas de restauración comunitaria debe implementarse en cuatro fases que

at conserving local biodiversity through environmental education strategies.

Quijano (2022) and Marull (2005), argue that descriptive and exploratory research is strengthened by a theoretical-practical approach that incorporates reflective teaching, enabling findings that extend beyond isolated data to be applied and understood within real and specific contexts. These theories facilitate the analysis of the theoretical-methodological contributions of resilience in productive activities and support the design of a comprehensive and flexible analytical framework aimed at qualitatively assessing resilience in local communities facing environmental challenges.

Based on Environmental Governance theory (Ostrom, 1990), the research emphasizes the importance of participatory and inclusive management, where local communities play a central role in decision-making processes. According to González (2019), it is essential to recognize the value of wetlands not only for their biodiversity and societal benefits but also for the need for international organizations, environmental authorities, and universities to conduct research and inventories of isolated river channel wetlands (IRCWs). This will facilitate the conservation of these ecological corridors, given their diverse functions and significance for the livelihoods of riverine communities.

Based on the ideas of Martínez (2020) and Brañes (2000), it is essential to consider the principles and perspectives of environmental justice to ensure that interventions are equitable and respect the rights of vulnerable communities. According to Putnam (1993), in his theory of social capital, the effectiveness of conservation initiatives stems from the promotion of cooperation within community networks for collective action, grounded in their rights. Therefore, environmental law theory and regulatory frameworks serve to strengthen the development of effective environmental policies and their impact on wetland management (Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2002); Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2012).

These theoretical frameworks provide a foundation for understanding the challenges faced by isolated river wetlands, particularly in contexts where environmental authorities fail to support local processes or ensure regulatory compliance. They address the ecological, socioeconomic, and legal dimensions necessary to guarantee environmental justice for vulnerable communities. By integrating these approaches into practice, management and conservation strategies can be developed that are effective, equitable, and sustainable in the long term.

integran la contextualización ambiental, el diagnóstico ambiental, la formación del grupo y las actividades de restauración para conservar la biodiversidad local a través de las estrategias de programas en educación ambiental.

Quijano (2022) y Marull (2005), plantean cómo la investigación descriptiva y exploratoria se fortalece con un enfoque teórico-práctico que incorpore la enseñanza reflexiva para lograr hallazgos más allá de los datos aislados para ser aplicados y comprendidos en contextos reales y específicos. Estas teorías permiten analizar los aportes teórico-metodológicos de la resiliencia en las actividades productivas y diseñar un marco analítico, integral y flexible, con el propósito de estimar la resiliencia de manera cualitativa en las comunidades locales frente a sus problemas ambientales.

Con base en la teoría de la Gobernanza Ambiental (Ostrom, 1990), valora la importancia de una gestión participativa e inclusiva, en la que las comunidades locales jueguen un papel central en la toma de decisiones. Según González (2019), es relevante reconocer el valor de los humedales no solo por su biodiversidad y los beneficios que brindan a la sociedad, sino también por la necesidad de que organizaciones internacionales, autoridades ambientales y universidades, realicen investigaciones e inventarios de los HTCAR. Esto permitirá considerar la conservación de estos corredores ecológicos debido a su diversidad de funciones y su importancia para el sustento de las comunidades ribereñas.

Basado en las ideas de Martínez (2020) y Brañes (2000), es vital considerar los aspectos y perspectivas de la justicia ambiental para asegurar que las intervenciones sean equitativas y respeten los derechos de las comunidades vulnerables. Según Putnam (1993), en su teoría del capital social, la efectividad de las iniciativas de conservación se genera a partir del fomento de la cooperación en redes comunitarias para la acción colectiva, fundamentada en sus derechos. Por lo tanto, la teoría del derecho ambiental y los marcos normativos permiten fortalecer el desarrollo de políticas ambientales efectivas y su impacto en la gestión de los humedales (Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2002); Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2012).

Estos marcos teóricos proporcionan una comprensión sobre la problemática de los humedales aislados de río, especialmente cuando las autoridades ambientales no acompañan los procesos, ni garantizan el cumplimiento normativo, abordando los aspectos ecológicos, socioeconómicos y legales que aseguren

Methodological Approach

The study area and topographic survey of IRCW under study were conducted in the geographic valley of the Cauca River, at elevations between 920 and 960 meters above sea level, with annual temperatures ranging from 24 to 30 °C, from 2021 to 2023. The isolated river channel wetlands (IRCWs) in this region remain flooded for most of the year and form a vital biogeographic unit with a fractal structure, which contributes to the partial recovery of their hydrological buffer zone and maintains a water regulation basin connected to the river system. In the valley, the Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) has identified 72 wetlands covering approximately 4 000 hectares, using laser pulse-emitting technology known as Imaging Detection and Ranging (LiDAR), with remote sensors to acquire detailed topographic data from the Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y Desarrollo Sostenible de Colombia (Asocard) and Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, (Asocard y CVC), 2015; CVC, 2009; CVC, 2002); González et al., 2014).

These data support descriptive studies related to Environmental Management Plans (EMPs) developed by Regional Autonomous Corporations (CARs), universities, and non-governmental organizations (NGOs). They also support the execution of physicochemical analyses of water and the development of natural inventories among colleagues, in herbaria and zoological collections.

An analysis of ecosystem services was conducted in the isolated river channel wetland known as “La Negra Orejona.” The process began with the identification and characterization of the site, prioritizing its quality through direct observation, photographic documentation, and the categorization framework established by the Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005). Prioritization was carried out using a weighting equation based on the following variables: condition (E), trend of change in the service (T), and degree of knowledge about the service (G). The prioritization equation used was: $P = 0,35 * E + 0,45 * T + 0,2 * G$ with results ranging from 5 (high priority) to 1 (lowest priority).

The concept of ecological integrity (Leopold, 1949) was considered to assess the site's value through the ecological rating formula: $Ce = Pr*(a*De*Ma) + (b*Du)$ (Salazar, 1991; Saavedra et al., 2018). The coefficients a and b are subjective weighting factors determined by specialists and community leaders, with values of 0.7 and 0.3, respectively. The ecological rating ranges from 1 (Very Low) to 10 (Very High). The variables De, Du, Ce, and Pr should be described here.

la justicia ambiental para las comunidades vulnerables. Al integrar estos enfoques de manera práctica, se desarrollarán estrategias de manejo y conservación que sean efectivas, equitativas y sostenibles a largo plazo.

Enfoque metodológico

El área de estudio y el levantamiento topográfico del HTCAR objeto de estudio, se realizaron en el valle geográfico del río Cauca, a elevaciones entre 920 y 960 msnm, con temperaturas anuales de 24-30 °C, entre el año 2021 y 2023. Los humedales de cauce aislado de río (HTCAR) en esta región permanecen inundados casi todo el año y forman una unidad biogeográfica vital de tipo fractal, lo que permite recuperar parte de su ronda hídrica y mantener un vaso de regulación de aguas con el río. En el valle, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) ha identificado 72 humedales que cubren aproximadamente 4 000 hectáreas, utilizando tecnología que emite pulsos de láser llamada Imaging Detection and Ranging (LiDAR), con sensores remotos para obtener datos topográficos obtenidos de la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible de Colombia (Asocard) y Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, (Asocard y CVC), 2015; CVC, 2009; CVC, 2002); González et al., 2014).

Estos datos sirven de base para estudios descriptivos relacionados con los planes de manejo ambiental (PMA) elaborados por corporaciones autónomas regionales (CAR), universidades y organizaciones no gubernamentales (ONG), así como para la realización de los análisis físicoquímicos del agua, inventarios naturales confrontados entre colegas, en herbarios y colecciones animales.

Se realizó el análisis de los servicios ambientales, en el humedal cauce aislado de río en “La Negra Orejona”, el cual se inició con la identificación y caracterización, priorizando su calidad a través de la observación directa, registro fotográfico, y la categorización empleada por el Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005). La priorización se llevó a cabo utilizando una ecuación de ponderación basada en las variables de estado (E), tendencia de cambio del servicio (T), y grado de conocimiento de mismo (G). (Ecuación de Priorización: $P = 0,35 * E + 0,45 * T + 0,2 * G$). El resultado varía entre 5 (prioritario) y 1 (menor valor).

Se consideró el concepto de integridad ecológica (Leopold, 1949), para realizar su valoración a partir de la fórmula de calificación ecológica: $Ce = Pr*(a*De*Ma) + (b*Du)$ (Salazar, 1991; Saavedra et al., 2018). Los coeficientes a y b son factores de ponderación subjetivos obtenidos de especialistas y líderes comunitarios, con



a: Undivided river meander in the shape of two lobes. / Meandro de río en forma de dos orejas no cortado.

b: Cutoff of the river bend by the Cauca River. / Corte de recorrido que hace el Río Cauca.

c: New river course, abandoning the former channel. / Nuevo cauce de río abandonando el cauce antiguo.

Nota: Fuente propia: (Google Earth 2019- Fotografía 2022-Fotografía 2023).
Source: Compiled by the author (Google Earth 2019- Image 2022-Image 2023).

Figure 1. Formation of the Isolated River Channel Wetland “La Negra Orejona”.
Figura 1. Formación del humedal cauce aislado de río “La Negra Orejona”.

The topographic survey of the HTCAR under study was conducted through photointerpretation of satellite imagery, using tools such as Google Earth and ArcGIS 10.5. A total of 45 HTCARS were georeferenced along a length of 150 kilometers, and the wetland “La Negra Orejona,” located in Yotocó, Valle del Cauca, was identified as part of a riparian ecological corridor. This wetland covers an area of 50 hectares, of which 23 hectares correspond to water mirror, currently at risk of disappearing due to sedimentation and encroachment by shrubs. The elevation ranges from 934 meters above sea level at the southern entrance, descending to 931 meters at the first section, rising to 936 meters at the center, and returning to 934 meters at the northern exit. Its geographic coordinates are 3° 59' 29" S and 76° 19' 03" W (Figure 1).

Levels of Study and Methodological Strategy

A systematic literature review was conducted, identifying 150 relevant documents, including articles, theses, and books, selected from six academic databases. This review provided a solid foundation for identifying literature related to the valuation of HTCAR and the productive activities that impact these ecosystems. Subsequently, a meta-analysis was performed, reducing the sample to 15 articles based on the criteria proposed by Collin (2007), as cited by García (2016). A matrix was constructed using a Likert scale. Statistical analysis included the Kolmogorov-Smirnov test for normality and a non-parametric mean comparison test.

The empirical methodology was based on a multidimensional naturalistic perspective. Data collection

valores de 0.7 y 0.3, respectivamente. La calificación varía entre 1 (Muy Bajo) y 10 (Muy Alto). De, Du Ce y Pr se deben describir aquí.

El levantamiento topográfico del HTCAR objeto de estudio se realizó mediante fotointerpretación de imágenes satelitales, utilizando herramientas como Google Earth y ArcGIS 10.5. Se georreferenciaron 45 HTCAR, longitud 150 kilómetros, y se ubicó el humedal “La Negra Orejona”, en Yotocó, Valle del Cauca, como parte de un corredor ecológico ribereño. Este humedal ocupa 50 hectáreas, de las cuales 23 corresponden a espejo de agua, que está en riesgo de desaparecer debido a sedimentación y ocupación por matorrales. Se encuentra a una altura de 934 msnm en la entrada sur, descendiendo a 931 msnm en la primera oreja, 936 msnm en el centro y 934 msnm en la salida norte. Sus coordenadas son 3° 59' 29" S y 76° 19' 03" W (Figura 1).

Niveles de estudio y estrategia metodológica

Se realizó una revisión sistemática de la literatura, que identificó 150 documentos relevantes entre artículos, tesis y libros, seleccionados de seis bases de datos. Esta revisión proporcionó una base sólida para identificar la bibliografía relacionada con la valoración de los HTCAR y las actividades productivas que afectan estos humedales. Posteriormente, se realizó un metaanálisis, reduciendo la muestra a 15 artículos mediante los criterios propuestos por Collin, 2007 citado por García, 2016, construyendo una matriz con base en la escala de Likert. El análisis estadístico incluyó la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y la prueba no paramétrica de análisis de medias.

included quantitative observations of the current state of the HTCAR and qualitative techniques such as open-ended interviews with community members. The research adopted an idiographic approach, integrating the community's conceptions, perceptions, and experiences to enable a subjective and interactive interpretation of the issue.

The epistemological framework is grounded in general systems theory and complexity theory, which allowed for the identification of components and their interrelationships in the territory. The study employed the "Visual Basin" criterion proposed by Raimondo (2007) to address environmental issues. The structure of the research includes:

Regarding the selection of the wetland under study, anthropogenic disturbances affecting its ecological integrity were observed during site visits. Productive activities were identified, including sugarcane cultivation, livestock farming, mining, recreation, fishing, wastewater discharge, irrigation, dikes, infrastructure works, environmental management plans, public access, and the influence of road networks.

For the analysis and interpretation, an environmental assessment of the wetland was conducted, comparing it with previous studies. Qualitative indicators, such as the water mirror, were used to evaluate the impacts on the wetland. The integrated analysis included photographic records, which served to contextualize meanings and analyze intersubjective relationships. The observational strategy was developed across three interrelated levels: intuitive, contextual, and relational.

Results

Meta-analysis of the state of the HTCAR

The literature review conducted on a particular topic, as systematically proposed by Rendón et al. (2024), structures the search and analysis of studies using databases to ensure a well-founded review, serving as an important first step in defining the critical state of the art for a research project.

According to the criteria established in the guide by Collín (2007), as cited by García (2016), the selected references exceeded the minimum threshold of 75 % on the Likert scale, with most reaching or surpassing 80 %. This indicates high reliability in the statistical data obtained. The probability plot allows for measuring the agreement between the data distribution and a specific theoretical distribution, using the non-parametric Kolmogorov-Smirnov test. This test revealed a p-value

La metodología empírica se basó en una perspectiva naturalista multidimensional. La recolección de datos incluyó observaciones cuantitativas del estado actual del HTCAR y técnicas cualitativas, como entrevistas abiertas con miembros de la comunidad. La investigación adoptó un enfoque idiográfico, considerando las concepciones, percepciones y experiencias de la comunidad para una interpretación subjetiva e interactiva de la problemática.

El enfoque epistemológico se fundamenta en la teoría general de sistemas y la complejidad, permitiendo identificar los componentes y sus relaciones en el territorio. Se adoptó el criterio de "Cuenca Visual" propuesto por Raimondo (2007) para abordar problemas ambientales. La estructura de la investigación incluye:

Respecto a la determinación del humedal objeto de estudio, se observaron las perturbaciones antrópicas que afectan la integridad ecológica del humedal durante las visitas. Se identificaron actividades productivas como la siembra de caña, la ganadería, la minería, la recreación, la pesca, los vertimientos, el riego, los diques, las obras de infraestructura, los planes de manejo ambiental, el acceso público y la influencia de carreteras.

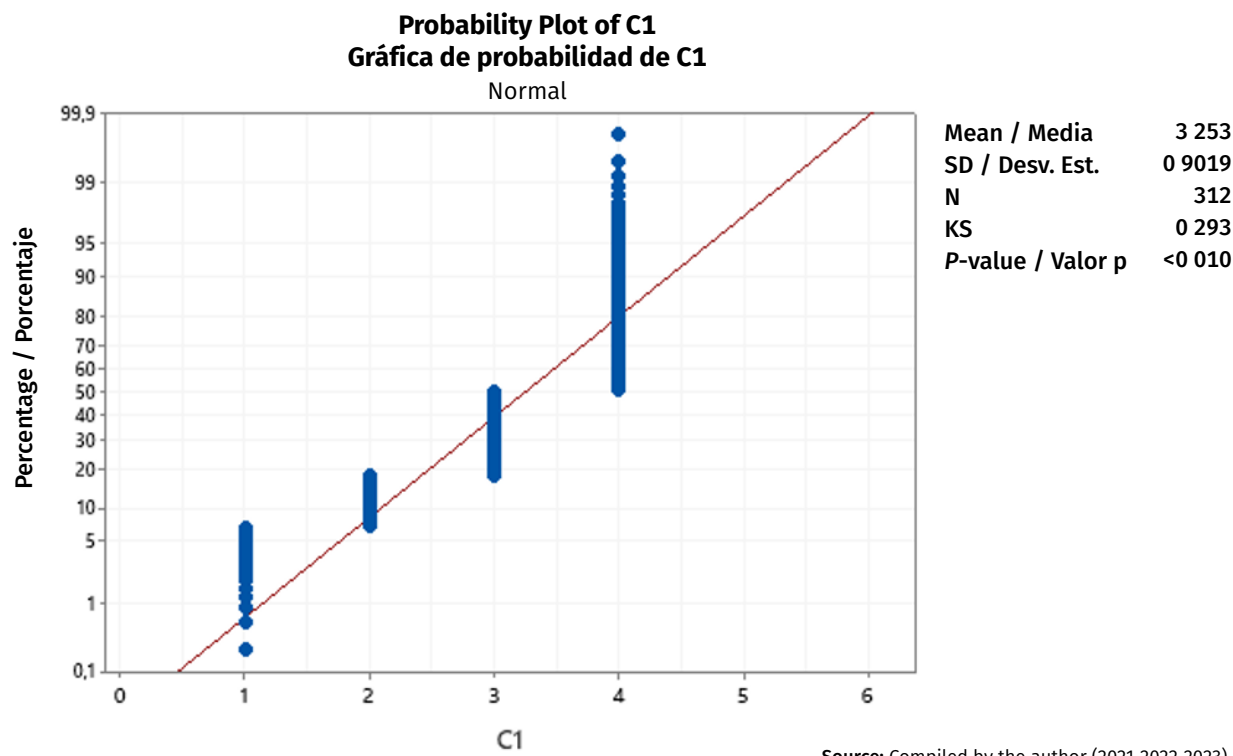
Para el análisis y la interpretación se elaboró un diagnóstico ambiental del humedal, comparándolo con estudios previos. Se utilizaron indicadores cualitativos, como el espejo de agua, para valorar los efectos sobre el humedal. El análisis integrado incluyó registros fotográficos, contextualizando los significados y analizando las relaciones intersubjetivas. La estrategia operativa en las observaciones se desarrolló en tres niveles interrelacionados: intuitivo, contextual y relacional.

Resultados

Metaanálisis del estado de los HTCAR

La revisión de literatura realizada sobre un tema en particular como lo plantea Rendón et al. (2024) de manera sistemática, estructura la búsqueda y análisis de estudios con bases de datos, que aseguren una revisión fundamentada, como un primer paso importante en la definición del estado de arte crítico de una investigación.

Según los criterios establecidos en la guía de Collín (2007), citado por García (2016), los referentes seleccionados superaron el umbral mínimo del 75 % en la escala de Likert, y la mayoría alcanzó o superó el 80 %. Esto indica una alta confiabilidad en los datos estadísticos obtenidos. La gráfica de probabilidad permite medir la concordancia entre la distribución de



Source: Compiled by the author (2021-2022-2023).
Fuente: Elaboración propia (2021-2022-2023).

Figure 2. Application of the Probability Test.
Figura 2. Aplicación de la Prueba de Probabilidad.

of 0.010, which is less than 0.05, suggesting that the data do not follow a normal distribution (Figure 2).

Since the data do not conform to a normal distribution, the alternative hypothesis was selected. The non-parametric analysis of means (ANOM) test, which assesses the equality of means, showed that the data fall within the decision limits, confirming the relevance and reliability of the evaluation (Figure 3). The application of the Poisson distribution is justified by the results obtained.

Formation of a Wetland Type: Isolated River Channel Wetland (HTCAR)

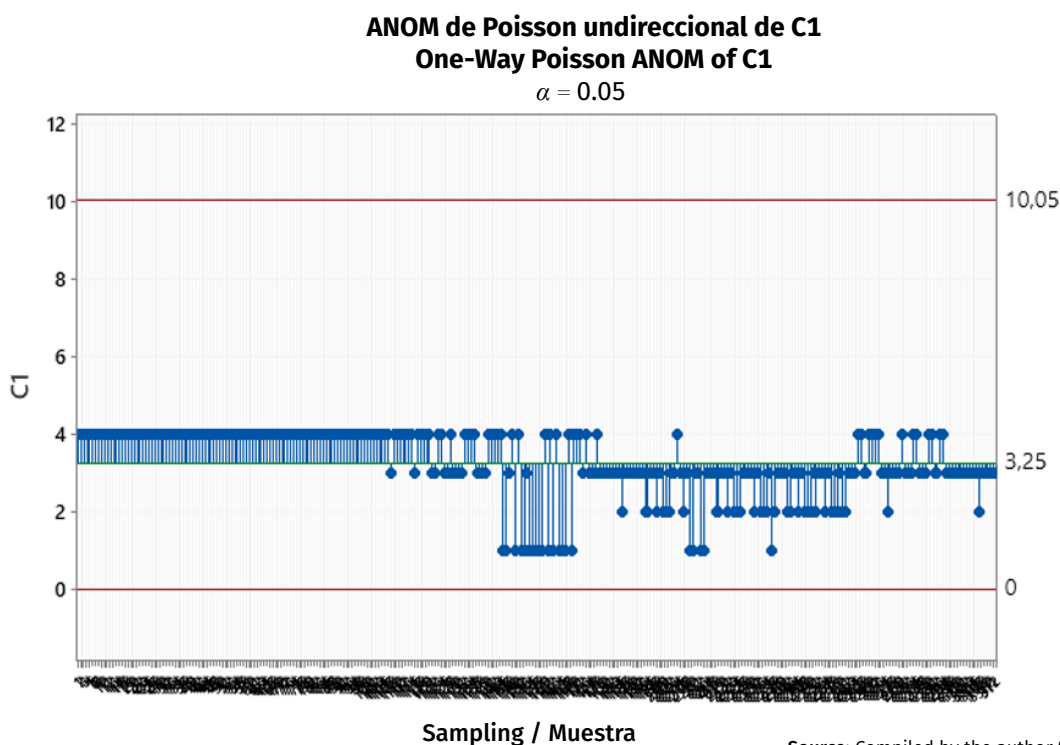
According to Einstein (1926), the formation of river meanders is due to a combination of phenomena such as the Earth’s rotation, the Coriolis effect, and the helical flow caused by higher water velocity on the outer bends and slower flow on the inner bends. A combination of fluid mechanics and observations of geological processes shapes the geographic valley systems of rivers in Colombia, creating meanders and forming lagoons and oxbow lakes as the river erodes and deposits sediments. Isolated meanders represent unique ecosystems within river valleys, characterized by fractal formation patterns that constitute ecological corridors.

datos y una distribución teórica específica, utilizando la prueba no paramétrica Kolmogórov-Smirnov. Esta prueba reveló un valor de p de 0.010, menor a 0.05, sugiriendo que los datos no siguen una distribución normal (Figura 2).

Dado que los datos no se ajustan a una distribución normal, se optó por la hipótesis alternativa. La prueba no paramétrica de análisis de medias (Anom), que evalúa la igualdad de las medias, mostró que los datos están dentro de los límites de decisión, confirmando la pertinencia y confiabilidad de la evaluación (Figura 3). La aplicación de la distribución Poisson se justifica por los resultados obtenidos.

Formación de un humedal tipo cauce aislado de río (HTCAR)

Según Einsten (1926), la formación de meandros de río se debe a una variación de fenómenos como el de la rotación de la tierra, el efecto de Coriolis y el flujo helicoidal ocasionado por la velocidad del agua mayor en las partes externas de las curvas y lenta en las partes internas. Una combinación entre la mecánica de fluidos con observaciones de procesos geológicos, configuran el sistema de valles geográficos de los ríos en Colombia, creando sinuosidades y formando lagunas y madre viejas a medida que el río



Source: Compiled by the author (2021-2022-2023).
Fuente: Elaboración propia (2021-2022-2023).

Figure 3. Relevance and Reliability of the Evaluation
Figura 3. Pertinencia y confiabilidad de la evaluación.

A notable example is the Cauca River, where oxbow lakes such as Guarinó (February 1976) and Playa Amarilla (2013); Higuerón (February 1962) and La Negra Orejona (December 2010) have experienced changes in shape and location over the years, progressing at different rates toward infilling. These modifications reflect the dynamics of fluvial migration, which depend on geomorphological and ecological factors, as well as public management by local authorities responsible for decision-making and policy implementation. Such policies, based on principles of participation, transparency, and sustainability, impact various areas of governance, including the economy, security, and education (Figure 4).

The shape of HTCARS can take on specific configurations, such as a U-shape or a sinuous form, depending on the proximity of the meander's ends. These changes in the river's course result in the formation of oxbow lakes due to erosion and sediment deposition (González, 2019). "La Negra Orejona," oxbow lake for example, has shown a process of infilling and morphological modification over time, highlighting fluvial dynamics and the formation of abandoned meanders.

Characterization of the wetland in relation to productive activities

Between 2020 and 2023, field observations indicated that the La Negra Orejona wetland became discon-

erosiona y deposita sedimentos. Los meandros aislados representan ecosistemas únicos en los valles de los ríos, caracterizados por la formación de fractales, cuyos patrones conforman corredores ecológicos.

Un ejemplo notable es en el río Cauca, en donde las madrevejas como, Guarinó (febrero 1976) y Playa amarilla (2013); Higuerón (febrero 1962) y La Negra Orejona (diciembre 2010) han experimentado cambios en su forma y ubicación a lo largo de los años, a diferentes velocidades hacia la colmatación. Estas modificaciones reflejan la dinámica de la migración fluvial, que depende de factores geomorfológicos y ecológicos, así como de la gestión pública por parte de las autoridades locales, quienes son responsables de la toma de decisiones e implementación de políticas. Dichas políticas, basadas en principios de participación, transparencia y sostenibilidad, afectan diversas áreas de gobierno, incluyendo la economía, seguridad, y educación (Figura 4).

La forma de los HTCAR puede adoptar configuraciones específicas, como la forma de U o una forma serpentina, dependiendo de la proximidad de los extremos del meandro. Estos cambios en el curso del río resultan en la formación de madrevejas debido a la erosión y deposición de sedimentos (González, 2019). La madreveja "La Negra Orejona", por ejemplo, ha mostrado un proceso de colmatación y modificación a



a: Abandoned meander Guarinó (upper) and oxbow lake Playa Amarilla (lower). / Meandro abandonado Guarinó margen superior y madreveja playa amarilla inferior

b: Abandoned meander Higuerón. / Meandro abandonado Higuerón.

c: Newly abandoned river course La Negra Orejona. / Nuevo cauce abandonando de río La Negra Orejona.

Source: Compiled by the author using Google Earth (Left – Guarinó, upper margin, and Playa Amarilla, lower margin, 2010; Center – Higuerón oxbow lake, 1962; Right – La Negra Orejona oxbow lake, 2023).

Fuente: propia de Google Earth, (Izquierda-Guarinó margen superior y playa amarilla, margen inferior, 2010; media-madreveja Higuerón, 1962. Derecha madreveja La Negra Orejona 2023).

Figure 4. Formation and Evolution of Isolated River Channel Wetlands.
Figura 4. Formación y evolución de los humedales cauces aislados de río.

nected from the river on its northern side. It is now primarily sustained by groundwater inflow, precipitation, and a consistently high-water table. On average, the water table remains at a depth of 30 cm, suggesting strong radial hydraulic conductivity and a gradient influenced by river pressure.

The microclimate of the area is influenced by precipitation, relative humidity, temperature, and other meteorological factors, with temperatures ranging between 24 and 32 °C and an average annual rainfall of approximately 2 000 mm. Physicochemical analyses of the water indicate negative impacts, primarily due to agricultural expansion and wastewater discharges, resulting in low dissolved oxygen concentrations and high concentration of contaminants.

Vegetation and Fauna of the Wetland

The wetland's vegetation includes hydrophilic species such as *Eichhornia crassipes* (water hyacinth), *Pistia stratiotes* (water lettuce), *Lemna minor* (common duckweed) and *Nymphaea alba* (white waterlily). In dry periods, low shrublands predominate, such as *Mimosa pigra* (black mimosa), while in the arboreal relics along the water course there are species such as *Erythrina fusca* (coral bean), *Inga edulis* (ice cream bean), *Crateva tapia* (tapia), *Samanea saman* (rain tree), *Laetia acuminata* (white manwood), *Ochroma pyramidale* (balsa), *Erythrina glauca* (coral bean), *Salix humboldtiana* (pencil willow), *Guazuma ulmifolia* (bay cedar), *Ceiba*

lo largo del tiempo, lo que destaca la dinámica fluvial y la formación de meandros abandonados.

Caracterización del Humedal Respecto a Actividades Productivas

Durante las visitas de campo realizadas entre 2020 y 2023, se observó que el humedal La Negra Orejona perdió su conexión con el río en la parte norte, siendo ahora drenado principalmente por aguas subterráneas, precipitación y un alto nivel freático. Este nivel freático se mantiene en promedio a 30 cm de profundidad, lo que indica una buena conductividad hidráulica radial y un gradiente que responde a la presión del río.

El microclima del área está influenciado por la precipitación, la humedad relativa, la temperatura, y otros factores meteorológicos, con temperaturas entre 24 y 32 °C y precipitaciones anuales de aproximadamente 2 000 mm. Los análisis fisicoquímicos del agua revelan impactos negativos, principalmente debido a la expansión agropecuaria y los vertimientos, que han resultado en una baja concentración de oxígeno disuelto y una alta carga de contaminantes.

La vegetación y fauna del humedal

La vegetación del humedal incluye especies hidrófilas como *Eichhornia crassipes* (buchón de agua), *Pistia stratiotes* (repollito de agua), *Lemna minor* (lenteja de agua) y *Nymphaea alba* (loto). En períodos

pentandra (silk-cotton tree), *Mauritiella* sp. (buriti palm), *Sarcostemma glaucum* (white vine), *Cleome spinosa* (spider flower), *Thespesia populnea* (portia tree), *Echinochloa polystachya* (Aleman grass) and *Brachiaria mutica* (paragrass), which emerge after flooding.

The biodiversity of the area is supported by the presence of the river, oxbow lakes, and the lagoon, allowing for the occurrence of both invertebrates and vertebrates, such as fish, amphibians, reptiles, and mammals. Common species include *Pomacea* sp. (appel snail), *Lepiselaga* sp. *Tabanidae* (horse fly), *Prochilodus reticulatus* (bocachico), *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia) and *Lithobates catesbeianus* (American bullfrog).

Birdwatching is frequent, allowing for close-range observation of species such as *Ardea cocoi* (cocoi heron), *Casmerodius albus* (great egret), *Pandion haliaetus* (osprey), *Coragyps atratus* (black vulture), *Chloroceryle amazona* (Amazon kingfisher), *Ceryle torquata* (ringed kingfisher), *Himantopus mexicanus* (black-necked stilt), *Rupornis magnirostris* (roadside hawk), *Nycticorax nycticorax* (black-crowned night heron), *Fulica americana* (American coot), *Dryocopus lineatus* (lineated woodpecker), *Anas cyanoptera* (cinnamon teal), and *Nyctibius griseus* (common potoo). The osprey, a migratory bird from North America, travels from Canada and the United States to South America.

Common mammals in the area include *Hydrochaeris hydrochaeris* (capybara), *Sciurus vulgaris* (red squirrel), and *Lutra lutra* (Eurasian otter), which contribute to the biodiversity of the wetland.

Ecological relationships in the HTCAR

The HTCAR, “La Negra Orejona,” oxbow lake exhibits typical characteristics of equatorial floodplain wetlands. These ecosystems support a wide range of ecological networks, from phytoplankton to mammals. The seasonally flooded forest relics are being replaced by grassland and crops, threatening biodiversity. During flood events, plant and animal communities are restored, helping to maintain the biological diversity of the wetland.

Among the ecological functions of the HTCAR are the regulation of water flows, restoration of flood-prone areas to conserve biodiversity, dissipation of erosive agents, and microclimatic stabilization. These wetlands also function as sinks for suspended materials and nutrients, contributing to the sustainability of local ecosystems.

Payments for environmental services, based on the evaluation frameworks of the Millennium Ecosystem

secos, predominan matorrales bajos como *Mimosa pigra* (zarza), mientras que en los relictos arbóreos de la ronda hídrica se encuentran especies como *Erythrina fusca* (chamburo), *Inga edulis* (guamo), *Crateva tapia* (totofando), *Samanea saman* (samán), *Laetia acuminata* (manteco), *Ochroma pyramidale* (balso), *Erythrina glauca* (cámbulo), *Salix humboldtiana* (sauce), *Guazuma ulmifolia* (guásimo), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Mauritiella* sp. (palma quitasol), *Sarcostemma glaucum* (bejuquillo del diablo), *Cleome spinosa* (desbaratabailes), *Thespesia populnea* (malva clemón), *Echinochloa polystachya* (pasto alemán) y *Brachiaria mutica* (pará), que emergen después de las inundaciones.

La biodiversidad del área se ve favorecida por la presencia del río, las madre viejas y la laguna, lo que permite registrar desde invertebrados hasta vertebrados, como peces, anfibios, reptiles y mamíferos. Entre las especies comunes se encuentran: *Pomacea* sp. (caracol manzana), *Lepiselaga* sp. *Tabanidae* (moscardón de los humedales), *Prochilodus reticulatus* (pez endémico de Colombia bocachico), *Oreochromis niloticus* (tilapia nilótica) y *Lithobates catesbeianus* (rana toro).

El avistamiento de aves es frecuente, permitiendo observar a corta distancia especies como *Ardea cocoi* (garzón azul), *Casmerodius albus* (garza real), *Pandion haliaetus* (águila pescadora), *Coragyps atratus* (gallinazo común), *Chloroceryle amazona* (martín pescador chico), *Ceryle torquata* (martín pescador mayor), *Himantopus mexicanus* (cigüeñuela), *Rupornis magnirostris* (gavilán caminero), *Nycticorax nycticorax* (guaco común), *Fulica americana* (polla de agua), *Dryocopus lineatus* (carpintero real), *Anas cyanoptera* (pato colorado) y *Nyctibius griseus* (bienparado). El águila pescadora, un ave migratoria procedente de Norteamérica, viaja desde Canadá y Estados Unidos hasta Suramérica.

Entre los mamíferos comunes se encuentran: *Hydrochaeris hydrochaeris* (chigüiro), *Sciurus vulgaris* (ardilla común) y *Lutra lutra* (nutria), que enriquecen la biodiversidad del humedal.

Relaciones ecológicas en el HTCAR

El HTCAR, madre vieja “La Negra Orejona” muestra características típicas de los humedales inundables ecuatoriales. Estos ecosistemas sustentan una variedad de tramas ecológicas desde fitoplancton hasta mamíferos. Los relictos boscosos inundables están siendo reemplazados por pastos y cultivos, amenazando la biodiversidad. Durante las inundaciones, se restauran las comunidades vegetales y animales, manteniendo la diversidad biológica del humedal.

Assessment (MEA, 2005; Saavedra et al., 2018; De Groot, 2002), are grouped into categories relevant to the HTCAR, such as: provision of water, raw materials, and food; hydrological control of floods, erosion, and soil salinization; long-term carbon capture and long-term carbon storage in biomass and soil organic matter; conservation of biodiversity and landscape; aesthetic landscape values linked to culture and spirituality; and the generation of economic opportunities, such as ecotourism.

Once the ecosystem services generated by the La Negra Orejona wetland were identified and characterized, relationships were established between actions and activities in the wetlands and the provision of services that affect the well-being of local communities. According to González & Cantera (2019), the established scores for HTCAR El Burro (2.85), Maizena (2.81), Higuerón (2.92), and Cauquita (3.40) indicate that, compared to these, the current value of ecosystem service provision for HTCAR La Negra Orejona is 4.34.

The ecological integration of the river-isolated channel wetland is measured through the ecological rating of the HTCAR, as a numerical approximation that reflects the interaction among factors affecting their condition, based on data obtained from research, field records, and observations.

The estimated values for impacts affecting ecosystem services and the ecological integrity of the wetlands are as follows: Cauquita (6.07), Higuerón (5.51), Maizena (4.56), and El Burro (5.19). The current value of ecological integrity for HTCAR La Negra Orejona is 8.60 (González et al., 2023).

The degradation of ecological integrity in the La Negra Orejona wetland is associated with several significant and persistent impacts, such as the alteration of hydrological flow, reduction of water resources, discharge of effluents affecting the physicochemical quality of the water, habitat fragmentation, eutrophication, species migration and disappearance, and the privatization of the wetland. The impacts that contribute most to degradation and affect the provision of ecosystem services include the alteration of hydrological flow, wastewater discharge, eutrophication, habitat fragmentation, and the lack of interest from the entities responsible for wetland management.

Regarding the assessment of the HTCAR, economic, political, administrative, social, and cultural aspects can be observed. For example, the livelihoods of fishing families depend on the proper management of the aquatic ecosystem and oversight by municipal and environmental authorities. The lack of coordination

Entre las funciones ecológicas del HTCAR se incluyen la regulación de flujos de agua, la restauración de áreas inundables para conservar la biodiversidad, la disipación de agentes erosivos, y la estabilización microclimática. Estos humedales también actúan como retenedores de materiales suspendidos y nutrientes, contribuyendo al mantenimiento de los ecosistemas locales.

Los pagos por servicios ambientales, basados en la evaluación de los Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005; Saavedra et al., 2018; De Groot, 2002), se agrupan en categorías que se relacionan con los HTCAR, tales como: provisión de agua, materias primas y alimentos; control hidrológico de inundaciones, erosión y salinización del suelo; captación y almacenamiento de carbono a largo plazo en biomasa y materia orgánica del suelo; conservación de la biodiversidad y el paisaje; valores estéticos del paisaje, vinculados con la cultura y la espiritualidad; y generación de fuentes económicas, como el ecoturismo.

Una vez identificados y caracterizados los servicios ecosistémicos generados en el humedal La Negra Orejona, se establecieron las relaciones entre las acciones y actividades en los humedales y el suministro de servicios que afectan el bienestar de las comunidades locales. Según González & Cantera (2019), las calificaciones establecidas para el HTCAR El Burro (2.85), Maizena (2.81), Higuerón (2.92) y Cauquita (3.40) indican que comparado con el valor del suministro de servicios ecosistémicos actuales para el HTCAR La Negra Orejona es de 4.34.

La integración ecológica del humedal cauce aislado de río, se mide a través de la calificación ecológica del HTCAR, como una aproximación numérica que refleja la interacción entre los factores que afectan el estado de estos y la información obtenida de investigaciones, registros de campo y observaciones.

Los valores estimados para los impactos que afectan los servicios ecosistémicos y la integridad ecológica de los humedales son: Cauquita (6.07), Higuerón (5.51), Maizena (4.56), y El Burro (5.19). El valor actual de la integridad ecológica para el HTCAR La Negra Orejona es de 8.60. (González et al., 2023).

El deterioro de la integridad ecológica del humedal La Negra Orejona está asociado con varios impactos significativos y persistentes, como la alteración del flujo hídrico, la reducción del recurso hídrico, el vertimiento de efluentes que afectan la calidad fisicoquímica del agua, la fragmentación del hábitat, la eutrofización, la migración y desaparición de especies y la privatización del humedal. Los impactos que más contribu-

among institutions has resulted in the absence of an environmental management plan for the wetland, which should be the responsibility of the Corporación Autónoma Regional del Valle (CVC). However, the CVC has not fulfilled the necessary monitoring and control mechanisms, generating distrust within the community regarding the protection of the HTCAR. There are no preventive or contingency programs related to the HTCAR, and the corporation's activities are limited to isolated actions, such as removing aquatic plants in small areas.

The current state of the La Negra Orejona wetland, as reflected by indicators such as the loss of the water mirror, disconnection from the river, loss of biodiversity, high levels of pollution, and degradation of landscape heritage, is the result of productive activities evaluated through economic, political, social, and cultural indicators. The discharge of untreated wastewater from sugar mills is the most polluting practice, disrupting natural processes through the introduction of solids, salts, metals, phosphates, and pathogenic microorganisms. Sedimentation and runoff of fertilizers and pesticides contribute to eutrophication

In recent years (2020–2023), the wetland has experienced accelerated siltation due to agricultural and livestock expansion, affecting the outlet channel and reducing the water mirror. The construction of embankments has obstructed water flow, leading to the loss of two-thirds of the water mirror and the invasion of aquatic vegetation. The disconnection from the river and the reduced water flow compromise the wetland's recharge, triggering an ecological succession process that is transforming its components into tall shrublands.

Currently, some activities are being carried out to restore the fishermen's sense of belonging, but the lack of support from authorities limits their impact. The absence of environmental management plans and the neglect by authorities have created a sense of dissatisfaction within the community. Social strengthening and enforcement of environmental laws are needed, along with the implementation of environmental management plans and sustainability projects to address the rapid environmental degradation.

The results show that the wetland has great potential for environmental management processes, research-based education, and educational practices. The ecological integrity and ecosystem services of the wetland make it possible to observe ecological succession processes, understand administrative and legal conflicts, and develop didactic models for teaching environmental sciences and other educational alternatives.

yen al deterioro y afectan el suministro de servicios ecosistémicos incluyen la alteración del flujo hídrico, el vertimiento de aguas residuales, la eutrofización, la fragmentación del hábitat y la falta de interés de las entidades responsables del manejo del humedal.

En cuanto a la valoración del HTCAR, se logra percibir aspectos económicos, políticos, administrativos, sociales y culturales, como ejemplo, la subsistencia de las familias pescadoras las cuales dependen de la buena administración del ecosistema hídrico y del seguimiento por parte de las autoridades municipales y ambientales. La falta de coordinación entre las instituciones ha resultado en la ausencia de un plan de manejo ambiental para el humedal, que debería estar bajo la responsabilidad de la Corporación Autónoma Regional del Valle (CVC), la cual no ha cumplido con los mecanismos de seguimiento y control necesarios, generando desconfianza en la comunidad respecto a la protección de los HTCAR. No existen programas preventivos o de contingencia relacionados con el HTCAR, y las actividades de la corporación se limitan a acciones puntuales, como la limpieza de plantas acuáticas en pequeñas áreas.

El estado actual del humedal La Negra Orejona, reflejado en indicadores como la pérdida del espejo de agua, la desconexión con el río, la pérdida de biodiversidad, la alta carga de contaminación y la degradación del patrimonio paisajístico, es consecuencia de actividades productivas evaluadas a partir de indicadores económicos, políticos, sociales y culturales. El vertimiento de aguas residuales, provenientes de ingenios sin tratamiento previo, es la práctica más contaminante, afectando los procesos naturales con sólidos, sales, metales, fosfatos y microorganismos patógenos. La sedimentación y el desagüe de abonos y pesticidas contribuyen a la eutrofización.

En los últimos años (2020–2023), el humedal ha experimentado una colmatación acelerada debido a la expansión agrícola y ganadera, afectando el canal de salida y reduciendo el espejo de agua. La construcción de jarillones ha impedido el flujo de agua, provocando la pérdida de dos tercios del espejo de agua y la invasión de vegetación acuática. La desconexión con el río y la reducción del flujo hídrico afectan la recarga del humedal, llevándolo a un proceso de sucesión ecológica que transforma sus componentes en matorrales altos.

Actualmente, se están llevando a cabo algunas actividades para recuperar el sentido de pertenencia de los pescadores, pero la falta de apoyo de las autoridades limita su impacto. La ausencia de planes de manejo ambiental y el abandono por parte de las autoridades generan una sensación de insatisfacción en la

Conclusions on River-Isolated Channel-Type Wetlands (HTCAR)

The river-isolated channel-type wetlands (HTCAR) in the Cauca River Valley in Colombia are strategic biogeographic units that form a crucial part of the region's ecological corridor. They play an important role in water regulation, groundwater stability, and the formation of microclimates. These wetlands act as carbon sinks that contribute to climate change mitigation by reducing greenhouse gas emissions, and they function as biodiversity refuges, providing habitat for native and migratory species, including birds, amphibians, and fish. Historically, they have also been essential sources of food, water, employment, and recreation for local communities. The preservation of these wetlands is a national and international priority. They require full recognition by authorities and international organizations such as the Ramsar Convention and the Convention on Biological Diversity, so that governments include them in their national conservation plans.

The evolution and degradation of the “La Negra Orejona” wetland demonstrates how ecosystems undergo change through ecological succession. Its current condition reflects the effects of both management and lack of control over productive activities, which have accelerated its siltation and deterioration. Agricultural practices, such as crop expansion, have altered water flows, polluted the habitat, and reduced biodiversity, negatively impacting the wetland's resilience and water quality.

Extensive agricultural practices and poorly planned infrastructure development have had a detrimental impact on HTCAR wetlands. These activities have transformed aquatic surfaces, contaminated water, and caused biodiversity loss. Monitoring of the “La Negra Orejona” oxbow lake between 2020 and 2023 shows that agricultural pressure has led to the homogenization of productive areas and the disappearance of cultural values associated with these wetlands. The analysis of the relationships between the ecological indicators of HTCAR and land use patterns has shown a correlation between the extent of large-scale agriculture and biodiversity loss. This analysis highlights the need to assess both the pressure caused by productive activities on the wetland and its ecological condition.

HTCAR wetlands are a reference point for biodiversity and human well-being, helping to understand the rapid transformation of the region's ecological, social, and cultural conditions. Given that the quality of these wetlands is severely affected by agricultural and livestock pressure, it is urgent to implement monitoring

comunidad. Se necesita un fortalecimiento social y el cumplimiento de las leyes ambientales, así como la implementación de planes de gestión ambiental y proyectos de sustentabilidad para enfrentar la acelerada degradación ambiental.

Los resultados muestran que el humedal tiene un gran potencial para procesos de administración ambiental, educación investigativa y prácticas educativas. La integridad ecológica y los servicios ecosistémicos del humedal permiten observar procesos de sucesión ecológica, comprender conflictos administrativos y jurídicos, y desarrollar modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias ambientales y otras alternativas educativas.

Conclusiones sobre los Humedales Tipo Cauces Aislados de Río (HTCAR)

Los humedales tipo cauces aislados de río (HTCAR) en el valle del río Cauca en Colombia, son unidades biogeográficas estratégicas que forman parte crucial del corredor ecológico de la región. Desempeñan un papel vital en la regulación hídrica, la estabilidad de los acuíferos, la formación de microclimas, son sumideros de carbono que contribuyen a la mitigación del cambio climático, reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y como refugio de la biodiversidad, pues son el hábitat para especies autóctonas y migratorias, incluyendo aves, anfibios y peces. Además, históricamente han sido fuentes de abastecimiento de alimentos, agua, trabajo y recreación a las comunidades locales. La preservación de estos humedales es una prioridad a nivel nacional e internacional, pues requieren recibir todo el reconocimiento de las autoridades y organizaciones internacionales como Ramsar y la convención de la biodiversidad, para que los gobiernos las incluyan en sus planes nacionales de conservación.

La evolución y deterioro del humedal “La Negra Orejona” ejemplifican cómo los ecosistemas evolucionan a través de la sucesión ecológica. Su estado actual demuestra los efectos tanto de la gestión como de la falta de control sobre actividades productivas, lo que ha acelerado su colmatación y deterioro. Las prácticas agropecuarias, como la expansión agrícola, han alterado los flujos de agua, contaminado el hábitat y reducido la biodiversidad, afectando negativamente la resiliencia del humedal y la calidad de sus aguas.

Las prácticas agrícolas extensivas y la construcción inadecuada de infraestructuras han tenido un impacto perjudicial en los HTCAR. Estas actividades han transformado las superficies acuáticas, contaminado el agua y ocasionando la pérdida de biodiversidad.

and control measures. It is essential to assess the land adjacent to HTCAR wetlands, control the expansion of aquatic macrophytes, and address pollution and accelerated sedimentation to protect the ecological integrity of these ecosystems.

It is important for all countries to consider the development of a comprehensive legal and regulatory framework that includes national protection for river-isolated channel-type wetlands, based on their high ecological value and necessarily involving local communities in the sustainable management of these wetlands.

Increase funding for restoration projects targeting degraded river-isolated channel wetlands by encouraging partnerships with international organizations and leveraging climate finance mechanisms. Enhance monitoring systems and launch environmental education campaigns to raise public awareness about the significance and value of these ecosystems.

Fundamentally, environmental education is essential for the effective management of river-isolated channel wetlands. It is important to involve local communities, students, and authorities in educational processes, fostering awareness and building capacities that support understanding, restoration, and the sustainable management of these ecosystems. This inclusive approach can lead to the development of more relevant policies and management frameworks, enabling more effective governance.

End of English version

References / Referencias

- Asociaciones de corporaciones autónomas regionales (ASOCAR) & Corporación autónoma regional del Valle del Cauca (CVC) (2015). *Inventario de humedales lénticos del corredor del río Cauca. Departamentos del Cauca y Valle del Cauca*. Editorial CVC.
- Berkes, F., & Seixas, C. (2005). Building resilience in Lagoon Social-ecological systems: A local-level perspective. *Ecosystems*, (8), 967-074.
- Brañes, R. (2000). *El acceso a la justicia ambiental en América Latina*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Burel, F. & Baudry, J. (2001). *Ecologie du paysage: Concepts, méthodes et applications*. Éditions Tec & Doc-Lavoisier.
- Calvente, A. (2007). *Resiliencia: un concepto clave para la sustentabilidad*. Universidad Abierta Interamericana.
- Corporación autónoma regional del valle del cauca. (CVC). (2009). *Humedales del valle geográfico del río Cauca*:

El seguimiento a la madre vieja “La Negra Orejona” entre los años 2020-2023, demuestra que la presión agrícola ha llevado a la homogenización de las áreas productivas y la desaparición de los valores culturales asociados con estos humedales. El análisis de las relaciones entre los indicadores ecológicos del HTCAR y los usos del suelo ha demostrado que existe una correlación entre la proporción de cultivos extensivos y la pérdida de la biodiversidad. Este análisis subraya la necesidad de evaluar tanto la presión que ejercen las actividades productivas sobre el humedal como su estado ecológico.

Los HTCAR son un referente de biodiversidad y bienestar humano para comprender la rápida transformación de las condiciones ecológicas, sociales y culturales de la región. Dado que la calidad de estos humedales está gravemente afectada por la presión agrícola y ganadera, es urgente implementar medidas de control y seguimiento. Es fundamental valorar la superficie adyacente a los HTCAR, controlar la expansión de macrófitas acuáticas, y abordar la contaminación y la sedimentación acelerada para proteger la integridad ecológica de estos ecosistemas.

Es importante para todos los países que puedan adoptar el desarrollo de un marco jurídico y normativo integral que incluya la protección nacional para los humedales cauces aislados de río, con base en el alto valor ecológico que poseen y necesariamente involucrando a las comunidades locales en los procesos de gestión sostenible de los humedales.

Destinar mayores recursos a proyectos de restauración de humedales, cauces aislados de río degradados, fomentando colaboraciones con organizaciones internacionales y mecanismos de financiamiento climático. Mejorando los sistemas de monitoreo y promoviendo campañas de educación ambiental que permitan sensibilizar a la población sobre su conocimiento e importancia.

Por principio, la educación ambiental es fundamental en la gestión ambiental de los humedales cauces aislados de río. Para ello es importante, incluir a las comunidades locales, estudiantes, y autoridades en los procesos educativos, sensibilizando y retroalimentando su capacidad de valorar y fomentar habilidades, que faciliten la comprensión, restauración y manejo sostenible de estos ecosistemas, que permitan crear políticas y marcos de gestión más pertinentes para una gobernanza más eficiente.

Fin de la versión en español

- Génesis, biodiversidad y conservación. Publicación de la subdirección de patrimonio ambiental, Grupo de hidrobiología.* Editorial CVC.
- Corporación autónoma regional del valle del cauca (CVC) (2002). *Laguna y madreveja del departamento del valle del cauca. Publicación de la subdirección de patrimonio ambiental, Grupo de hidrobiología.* Editorial CVC.
- De Groot, M., Wilson, R., & Boumans, R. (2002). A typology for the description, classification, and valuation of ecosystem functions, goods, and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393-408.
- Einstein, A. (1926). The Cause of the Formation of Meanders in the Courses of Rivers and of the So-Called Baer's Law. *Historia de las Ciencias de la Tierra*, 7 (1), 45-45.
- Folke, C. (2003). *Social-ecological resilience and behavioural responses.* In A. Biel, B. Hansson, & M. Mårtensson (Eds.), *Individual and Structural Determinants of Environmental Practice* (pp. 226-287). Ashgate Publishers.
- Leopold A. (1949). *A Sand County Almanac, and Sketches Here and There.* Universidad de Wisconsin.
- González, L., & Marmolejo L., (2024). Asuntos aplicados a la COP-16 Cali, para una ciudad educadora: El pensamiento y el derecho natural en los ecosistemas ecuatoriales. Universidad Centro panamericano de Estudios Superiores de México. Fundación Red Iberoamericana de Educación. Edición e Impresión POEMIA, su casa editorial. ISBN: 978-628-01-3789-6
- García, H. (2016). Modelo estructural de factores críticos de éxito para la gestión de proyectos industriales. Tesis doctoral en ciencias en ingeniería industrial. Instituto tecnológico de ciudad Juárez. México.
- González, L., Marmolejo, L., López, G., & Hernández, W. (2023). *Madreveja La Negra Orejona valle geográfico del río Cauca. Descripción ecológica y testimonio de existencia. Una propuesta didáctica.* Edición e Impresión POEMIA, su casa editorial.
- González, L. (2019). *Experiencia educativa aplicando las ciencias ambientales a la comprensión de la problemática de cuatro madrevejas en el Valle del Cauca, Colombia (2012-2017).* Tesis doctoral. Universidad del Valle.
- González, L., & Cantera, J. (2019). La problemática ambiental de los humedales tipo cauce aislado de río fortalece el aprendizaje desde las ciencias ambientales. *Revista de Gestión Ambiental (Valdivia)*, (37), 35-59.
- González, L., Marmolejo, L., González, A., Cornejo, M., & López, A. (2018). *La Ruta del Garzón Azul y observaciones en el Complejo Ramsar Sonso-Chircal y Humedales Tipo HTCAR Valle del Cauca.* Edit. Poemia su Casa Editorial.
- González, L., Ramírez, W., Benítez, A., & Moreno, J. (2014). *Estudio de los humedales tipo Cauce aislado del Río Cauca Jamundí, Colombia.* Poemia su casa editorial.
- Hilty, J., Lidicker, W., & Merenlender, A. (2006). *Corridor ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation.* Island Press.
- Martínez Alíer, J. (2020). Un movimiento global por la justicia ambiental: Mapeo de los conflictos de distribución ecológica. Disjuntiva. *Crítica De Les Ciències Socials*, 1 (2), 83-128.
- Marull, J. (2005). Metodologías paramétricas para la evaluación ambiental estratégica. *Revista científica y técnica de Ecología y medio ambiente*, 14 (2), 97-108.
- Medina Y., & Miranda, R. (2021). El Programa de Restauración Ambiental Comunitaria: una estrategia de educación ambiental para conservar la biodiversidad. Libro Educación ambiental y estudios biológicos. Aportes e investigaciones en tiempos de pandemia. Universidad Autónoma Chapingo. <https://omp.siea.org.mx/omp/index.php/omp/catalog/view/7/151/219>
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and human well-being: Wetlands and water. Synthesis.* Island Press.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). *Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos: Estrategia para su conservación y uso sostenible.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2002). *Política nacional humedales interiores de Colombia: Estrategia para su conservación y uso sostenible.* Ministerio del Medio Ambiente.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action.* CambriUNESCOdge University Press.
- Putnam, R. (1993). *Making democracy work: civic traditions in modern Italy, Princeton.* University Press.
- Raimondo, A. (2007). Necesidades de la Educación Ambiental para el abordaje de problemáticas en un espacio de complejidad ambiental: Parque Isla Jordán, Río Negro. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 33 (1), 101-118.
- Ramsar. (2016). *Wetland Ecosystem Services an introduction. An Introduction to the Convention on Wetlands. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.* Ramsar hand book.
- Rendón-Cazales, V., Hernández-Alvarado, M., & Agüero-Servín, M. (2024). Revisión crítica de la literatura: la docencia universitaria en la post-pandemia. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, 8(14), 222-244. doi: <https://doi.org/10.15658/rev.electron.educ.pedagog24.02081413>
- Salazar, A. (1991). *Evaluación de impacto ambiental. Metodologías empresas públicas de Medellín. Memoria seminario internacional de impacto ambiental.* Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (Acodal).
- Saavedra S., Carabalí, D., González, L., & Marmolejo, L. (2018). Estudio comparado de los servicios ecosistémicos de los humedales Guarinó y Cauquita, en el Valle del Cauca (Colombia). *Ambiente y Desarrollo*, 22 (43).
- UNESCO. (2002). *Educación para un futuro sostenible: Una visión transdisciplinar para una ética de la sostenibilidad.* UNESCO.